SNAにおけるI-O表の推定手法について

仁　平　耕　一

はじめに

今日まで産業連関表（I-O表）をデータベースとして様々な産業連関モデル（I-Oモデル）が考案されているが、一国内の産業連関構造を分析するという枠組みを超え、国際間あるいは地域間の連関構造を明らかにするための分析ツールとして利用範囲が広がっている。I-O分析は当初想定していた生産関係による波及構造から、分配、支出関係をI-O体系に取り込んだ拡張I-Oモデルへと発展していく。また、環境問題やエネルギー問題に対する分析ツールの一つとしても、I-O分析は不可欠なものとなっている。以上のようなI-O分析を進める上で、I-O表の存在は欠かせないものであるが、適切なI-O表が常に作成されているというわけではない。その場合、I-O表の推計から始めなければならないが、SNA推計による統計データが整備されている国ではI-O表の推計は比較的容易である。

国連は国民経済計算（SNA）において産業連関表を重要な統計データとして位置づけており、I-O表は体系的な統計システムの構築という観点から国民経済計算体系に組み込まれている。しかし、SNA推計において実際に活用されているのは経済活動別財貨・サービス投入表（U表）および経済活動別財貨・サービス産出表（V表）であり、通常の産業連関表、すなわち産業連関基本表（I-O表）ではない。多くの国々ではSNAの勧告に従ってU表などは作成しているが、産業連関基本表として独自に推計している国はそれほど多くないのである。この場合には、U表などから産業連関基本表へ変換しなければI-O分析に利用することはできない。このため、

I-O表の推計が非常に重要な課題となっている。本稿の目的は、以上のような観点から、産業連関表が果たす統計上の役割を明らかにすると同時に、SNA体系から産業連関表を推定する手法を考察することにある。

第1章　産業連関表の基本構造

現在日本においては、国、県、市などさまざまな行政レベルで産業連関表が作成されている。一方、研究機関が独自の調査に基づき、国際間の取引を明示した国際間産業連関表や、一国をいくつかの地域に分けて地域間取引を表した地域産業連関表なども作成されている。しかし、どのような産業連関表であれ、産業連関表としての基本構造をもっていることに変わりはないので、以下、その基本構造について説明しておこう。

産業連関表は各産業の投入・産出アクティビティを行列表示したものであるが、行部門は受取勘定を示しており、内生部門の産業部門の他に外生部門の付加価値部門から構成されている。列部門は支出勘定であり、内生部門として産業部門があるほかに、最終需要部門は外生部門と位置づけられている。産業連関表はこれらの部門間の取引を行列表示した会計データであるが、図表1-1からも見て取れるように通常の産業連関表では、付加価値部門と最終需要部門との間の取引は記載されない[1]。

産業部門の各行を横にたどるとその産業の生産物がどこへ販売されるかが示されているのに対し、産業部門を縦に見ていくと各産業が生産物を生産するとき必要とする投入物の構成が分かる。産業部門間の取引は中間需要もしくは中間投入を表し、最終部門への販売は個人消費や政府支出のほかに固定資本形成、在庫品変動分、あるいは輸出などである。付加価値部門の受取は、労働、資本などの投入に対して支払う賃金や営業余剰に加えて間接税支払いなどがある。

産業連関分析は産業セクター間の投入産出構造を明示的にあらわすこと

により、マクロ経済分析では捨象されてきた産業あるいはアクティビティレベルの経済分析を可能にするが、I-O分析で分析対象とされる産業（アクティビティ）は、大分類から小分類まで、産業部門を集計することよって様々な分類が可能である。たとえば、製造業は食品工業、繊維産業、機械産業、製鉄などに分けられるであろうが、機械産業はさらに一般機械、電気機械、輸送機械、精密機械に分類され、輸送機械部門はさらに乗用車、トラック・バス、二輪自動車、船舶、航空機、自転車など多くの部門に分けることができる。もちろんこれらをさらに細かく商品に分類していくこ

図1-1　産業連関表模式図(全国表)

<table>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">需要部門 / 供給部門</td><th colspan="6">中間需要</th><th colspan="6">最終需要</th><th rowspan="2">(控除)輸入</th><th rowspan="2">国内生産額</th></tr>
<tr><th>第1部門</th><th>第2部門</th><th>第3部門</th><th>…</th><th>第n部門</th><th>計</th><th>家計外消費支出</th><th>消費</th><th>固定資本形成</th><th>在庫変動分</th><th>輸出</th><th>計</th></tr>
<tr><td rowspan="6">中間投入</td><td>第1部門</td><td colspan="5" rowspan="5">内生部門(産業部門)間の取引</td><td rowspan="5"></td><td colspan="5" rowspan="5"></td><td rowspan="5"></td><td rowspan="5"></td><td rowspan="5"></td></tr>
<tr><td>第2部門</td></tr>
<tr><td>第3部門</td></tr>
<tr><td>：</td></tr>
<tr><td>第n部門</td></tr>
<tr><td>計</td><td colspan="5"></td><td></td><td colspan="5"></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="7">粗付加価値</td><td>家計外消費支出</td><td colspan="5" rowspan="6"></td><td rowspan="6"></td></tr>
<tr><td>雇用所得</td></tr>
<tr><td>営業余剰</td></tr>
<tr><td>資本減耗引当</td></tr>
<tr><td>間接税</td></tr>
<tr><td>(控除)補助金</td></tr>
<tr><td>計</td><td colspan="5"></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">国内生産額</td><td colspan="5"></td><td></td></tr>
</table>

ともできるであろう。理論的には、産業連関表における産業部門は唯一の生産物を生産すると仮定しているため、できるだけ細かい部門分類が望ましいのであるが、たとえば、乗用車は車種や排気量などによってさらに分類すれば、それだけで商品数（部門数）は膨大なものとなってしまう。このような細かく分類されたI-O表を作成することは実際問題として不可能なので、I-O表における産業部門は、何らかの意味で集計された概念と考えてよいであろう。

日本の産業連関表は、列部門はそれぞれの生産活動ごとに分類する、いわゆるアクティビティ分類であり、行部門は商品分類であるため、基本分類においては列部門より行部門の数が多い（平成12年表では517×405）。また、同一の部門数に統合した統合表（小分類（188部門)、中分類（104部門)、大分類（32部門)）が作成されている。

第２章　SNAと産業連関表

SNAは一国の経済状況について生産、消費、投資といったフロー、並びに資産、負債といったストック面を体系的に記録することを目的として作られた国際的統計基準である。国連の経済社会理事に属する「国連統計委員会」が1953年にSNAを採択してから、1968年には国民所得勘定に加えて、産業連関表、マネーフロー表、国民貸借対照表を含めた国民経済計算体系が勧告された（68SNA)。最近時では1993年に93SNA基準が勧告されたが、これによってこれまで68SNAで利用されていたGNP(国民総生産)の概念がなくなり、同様の概念として、GNI（国民総所得）が新たに導入されるなどの変更がなされている[2]。

一方、日本の産業連関表の作成は1951年経済審議庁（現内閣府）と通商産業省（現経済産業省）がそれぞれ独自に試算表として作成したものから始まった。その後、1955年（昭和30年表）から５年おきに、行政管理庁

（現総務省）を中心に、経済企画庁（現内閣府）、農林省（現農林水産省）、通商産業省及び建設省（現国土交通省）の5省庁と集計・製表を担当する総理府統計局（現総務省統計局）を加えた6省庁により、本格的な共同の作成作業が開始され、昭和50年表から、大蔵省（現財務省）、文部省（現文部科学省）、厚生省（現厚生労働省）及び郵政省（現総務省）の4省が参加し、現在は金融庁を含めた10府省庁により作成された平成12年表が公表されている[3]。

日本の産業連関表は国民経済計算（SNA）とは独立に作成されてきたものであるが、産業連関表は行列表示されるため、高度にデータ間の整合性が要求される。ただし、SNAにおいて直接利用されるのは経済活動別財貨・サービス産出表（V表）および経済活動別財貨・サービス投入表（U表）であり、産業連関基本表とは異なる点に注意しなければならない。

経済活動別財貨・サービス産出表（V表）は、行に経済活動（産業部門、たとえば、自動車産業）、列に財貨・サービス（商品、たとえば、自動車）をもつマトリックスで、経済活動別に財貨・サービスの産出額構成を示す表である。このマトリックスの対角線上（自動車産業と自動車との交点）に計上される計数は、ある経済活動が主産物として産出する財貨・サービスを示し、対角線上以外に計上される計数は副次生産物（例、自動車産業が生産する航空機用エンジン）を示し、当該財貨・サービスを主産物として産出する産業（例、航空機製造産業）が他にあることを示している。V表の列和は財貨・サービスの産出額で、これはコモディティ・フロー法[4]で推計される商品別産出額と一致し、生産系列と支出系列との整合性が保たれる。また行和は経済活動別産出額となり、これは「経済活動別の国内総生産および要素所得」の経済活動別産出額に一致するものである。

他方、経済活動別財貨・サービス投入表（U表）は、行に投入財貨・サービス（商品）、列に経済活動（産業）をもつマトリックスで経済活動別に生産のために投入される財貨・サービスを購入者価格で表示したもので

ある。U表の列和が経済活動別の中間投入額で、「経済活動別の国内総生産および要素所得」の名目、実質中間投入額と一致する。U表の行和はコモディティ・フロー法による財貨・サービス別購入者価格表示の中間消費額と（原則として）一致する。

財貨・サービスのフローに関するSNA推計についてより詳細に説明すると、まずコモディティー・フロー法により総供給を導き、産業連関表の情報をもとに求めた配分比率により経済活動別産業の中間消費、家計最終消費支出、総固定資本形成、在庫品増加、輸出へといった需要項目に配分を行われる。

以上の推計によって得られた家計最終消費支出、対家計民間非営利団体最終消費支出、政府最終消費支出、総固定資本形成、在庫品増加、輸出－輸入の合計が国内総支出（GDE）である。ただし輸出・輸入に関しては『国際収支統計』（大蔵省・日本銀行）との整合性を考慮し、『国際収支統計』を組替える海外推計により別途推計されている。

次にコモディティ・フロー法で推計された、2,000品目余りの産出額をコントロール・トータルとする経済活動別財貨・サービス産出表（V表）から、経済活動分類毎に産出額を推計している。また、別途、経済活動別財貨・サービス投入表（U表）を作成し、経済活動別の中間投入額を推計する。産出額から中間投入額を差引くことにより経済活動別の付加価値を推計するのである。

付加価値法推計の対象とする範囲はコモディティ・フロー法同様、産業に限られており、政府サービス生産者および対家計民間非営利サービス生産者の産出額、中間投入額、付加価値額およびその構成項目は各々財政推計、対家計民間非営利推計によって推計されるが、SNAにおける所得、支出データは産業連関表、もしくは産業別産出額・経済活動別投入額のデータとの整合性を満たすことを強く求めているのである。

このように産業連関表は国民経済計算体系における中核をなすデータで

あるといってよいが、ここで産業連関基本表（Z表）とU表およびV表の関係を明確にしておこう。U表およびV表は産業別投入額、産業別産出額を行列表示した統計データであるが、前述したように、日本ではそれとは別に5年ごとに産業連関表が作成されている。まず産業連関表作成されている基準年次においては、U表、V表ともに産業連関表作成過程で作成されている。基準年次以外の年次では、両表は次のように推計される。V表は基準年次以外においても作成は比較的容易であるので、これは独自に推計されている。一方U表は、基準年次以外は産業別の商品投入構造を把握することが非常に困難であるため、次のような簡易推計法によって求められている。すなわち、毎年3～28項目程度の費用項目で費用構造を推計し、商品相互の相対価格変動を加味しながらU表は推計されているのである。

産業別生産勘定関連図（表1-1）から分かるように、生産された財貨・サービスの需要（処分）は、商品別に表されている。したがって、U表における費用構造は産業別費用構造であり、個々の商品についての需要と費用の関係を把握するものではない。これに対し、日本の産業連関表は商品ベースでの投入と産出の関係を示す表であり、個々の商品についての需要と費用の関係を把握するものである。

表1-1　産業別生産勘定関連図

	制度部門	産業部門	最終需要	産出額
商品勘定	(Z)	U	E	X
産業部門	V			Q
付加価値		W		
産出額	X'	Q'		

U：U表（産業別商品投入表）

V：V表（産業別商品産出表）

Z：商品×商品の産業連関表基本表を表わす行列

E：行に商品を持つ列ベクトルで、商品別最終需要（民間および政府最終消費、総資本形成および純輸出）

W：行に産業を持つ列ベクトルで、産業別国内総生産（付加価値）

X：行に商品を持つ列ベクトルで、商品別産出額

Q：行に産業を持つ列ベクトルで、産業別国内産出額

プライム記号（′）は転置を表す。

第3章　産業連関基本表の推計と技術仮定[5]

欧米のほとんどの国においては68SNAの勧告に従ってまずV表（産業×商品）およびU表（商品×産業）を作成し、生産技術一定の仮定を置いて間接的に商品×商品の産業連関表を求めている。U表およびV表から産業連関基本表をもとめる方法はいくつか知られているが、以下、その推計方法について仮説例を示しながら見ていくことにする。

いま、商品の数を n とすれば、産業連関表における投入係数 A は

$$A = Z\hat{X}^{-1} \qquad (1\text{-}1)$$

と表される。ここで記号 ^ は対角行列を表し、各変数は以下のような行列を示している。すなわち

$$\hat{X}^{-1} = \begin{vmatrix} \frac{1}{X_1} & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & \frac{1}{X_2} & 0 & 0 \\ \vdots & & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & \frac{1}{X_n} \end{vmatrix}$$

$$A=\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix}$$

$$Z\hat{X}^{-1}=\begin{vmatrix} \frac{Z_{11}}{X_1} & \frac{Z_{12}}{X_2} & \cdots & \frac{Z_{1n}}{X_n} \\ \frac{Z_{21}}{X_1} & \frac{Z_{22}}{X_2} & \cdots & \frac{Z_{2n}}{X_n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{Z_{n1}}{X_1} & \frac{Z_{n2}}{X_2} & \cdots & \frac{Z_{nn}}{X_n} \end{vmatrix}$$

である。同様にU表の投入係数、産業の産出商品構成比（プロダクト・ミックス構成比)、および商品の産出産業構成比（インダストリー・ミックス構成比）をそれぞれ次のように定義する。すなわち、

$$B=U\hat{Q}^{-1}=\begin{vmatrix} \frac{u_{11}}{Q_1} & \frac{u_{12}}{Q_2} & \cdots & \frac{u_{1m}}{Q_n} \\ \frac{u_{21}}{Q_1} & \frac{u_{22}}{Q_2} & \cdots & \frac{u_{2m}}{Q_n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{u_{n1}}{Q_1} & \frac{u_{n2}}{Q_2} & \cdots & \frac{u_{nm}}{Q_n} \end{vmatrix} \qquad (1\text{-}2)$$

$$C=V'\hat{Q}^{-1}=\begin{vmatrix} \frac{v_{11}}{Q_1} & \frac{v_{21}}{Q_2} & \cdots & \frac{v_{m1}}{Q_m} \\ \frac{v_{12}}{Q_1} & \frac{v_{22}}{Q_2} & \cdots & \frac{v_{m2}}{Q_m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{v_{1n}}{Q_1} & \frac{v_{2n}}{Q_2} & \cdots & \frac{v_{mn}}{Q_m} \end{vmatrix} \qquad (1\text{-}3)$$

$$D = V\hat{X}^{-1} = \begin{vmatrix} \frac{v_{11}}{X_1} & \frac{v_{12}}{X_2} & \cdots & \frac{v_{1n}}{X_n} \\ \frac{v_{21}}{X_1} & \frac{v_{22}}{X_2} & \cdots & \frac{v_{2n}}{X_n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{v_{m1}}{X_1} & \frac{v_{m2}}{X_2} & \cdots & \frac{v_{mn}}{X_n} \end{vmatrix} \tag{1-4}$$

と定義する。

表1-1は行列のバランスを前提としているので、次の 恒等式が成立する。すなわち、

$X = Ui + E$：需給バランス式　(1-5)

$X = V'i$：商品別産出額　(1-6)

$Q = Vi$ ：産業別産出額　(1-7)

が成立している。ここで、i は単位列ベクトルであり、その次数は商品または産業の数に応じて当然異なるが、本稿では表記上の区別をしていないので注意されたい。

さて、(1-2)式から

$$Ui = B\hat{Q}i = BQ \tag{1-8}$$

これを(1-5)式に代入すると、

$$X = BQ + E \tag{1-9}$$

を得る。次に、(1-3)式から、

$$V'i = C\hat{Q}i = CQ \tag{1-10}$$

これを(1-6)式に代入すると、

$$X = CQ \tag{1-11}$$

が得られる。同様に(1-4)式から

$$Vi = D\hat{X}i = DX \qquad (1\text{-}12)$$

が成立することが分かる。これを(1-7)式に代入すると、最終的に

$$Q = DX \qquad (1\text{-}13)$$

という関係が得られるのである。

以上の諸式は技術に関する仮定により求められたものであり、これらの関係式から、投入係数Aを推計することが可能となる。技術に関する仮定は商品ベース技術仮定と産業ベース技術仮定の2つがある。商品ベース技術仮定とは、ある産業の総生産は常に一定の比率の商品構成からなっている(プロダクト・ミックス一定)という仮定である。この場合、すべての産業の産出商品構成比Cを一定と仮定して、投入係数行列Aを求めようとするものである。これに対し、産業ベース技術仮定とは、商品の総生産額に占める産業の割合が常に一定の比率から構成されている(インダストリー・ミックス一定)という仮定である。この場合、商品の産業構成比Dが一定という仮定をおくことによって、通常の産業連関表の投入係数Aを推計しようとするのである。

いま商品ベース技術の仮定、すなわち、産出商品構成比Cを一定と仮定しよう。このとき(1-11)式が成立しているから、これを(1-9)式に代入すると

$$X = BC^{-1}X + E \qquad (1\text{-}14)$$

がえられる。基本I-Oモデルにおける需給均衡式は

$$X = AX + E \quad [\text{通常のI-Oモデル}] \quad (1\text{-}15)$$

と表されるから、

$$A = BC^{-1} \qquad (1\text{-}16)$$

が成立することは明らかであろう。これは商品ベース技術仮定により求められる投入係数行列（商品×商品）の推計方法を示しているのである。

これに対し、産業別投入係数（産業×産業）は次のように求められる。まず、(1-11)、(1-9)式から

$$CQ = BQ + E \qquad (1\text{-}17)$$

したがって、

$$Q = C^{-1}BQ + Y \qquad (1\text{-}18)$$

である。ここで $Y(=C^{-1}E)$ は産業生産物に対する最終需要に変換されているため、上式は産業別生産額にかんする需給均衡式を示している。したがって $C^{-1}B$ は産業別投入係数行列 $A_{(I)}$ に他ならない。すなわち、

$$A_{(I)} = C^{-1}B \qquad (1\text{-}19)$$

である。

つぎに産業ベース技術仮定とは、インダストリー・ミックス一定、すなわち(1-13)式を前提とするものであるが、この仮定の下で投入係数 A を推計方法は以下のようになる。いま(1-9)、(1-13)式より

$$X = BDX + E \qquad (1\text{-}20)$$

が成り立つ。ここで、(1-20)式と(1-15)式を比較すると、

$$A = BD \qquad (1\text{-}21)$$

となる。同様に(1-9)、(1-13)式から

$$DX = DBQ + DE \qquad (1\text{-}22)$$

であるから

$$Q = DBQ + Y \qquad (1\text{-}23)$$

が得られる。ここで、$Y(=DE)$ は産業ベース技術の下で商品生産物に対す

る最終需要から、産業生産物に対する最終需要に変換されたものであるから、このときの産業別投入係数は

$$A_{(I)} = DB \qquad (1\text{-}24)$$

と推計される。以上のように、商品別投入係数行列 A はU表の投入係数行列 B に対して、右から C^{-1} もしくは D を乗じることによって求めることができる。これに対し、産業別投入係数 $A_{(I)}$ はそれらを左から乗じることによって推計できることが示されたのである。

U表およびV表から産業連関基本表（もしくは A 表）を推計する手法について、仮説例を用いて確認してみよう。いま、商品勘定2部門、産業部門2部門のU表、V表を含む産業別生産勘定関連図の数値例を次のように与えることにしよう。

表1-2　産業別生産勘定（数値例1）

	商品勘定		産業部門		最終需要	産 出 額
商　　品			3	5	12	20
			2	7	16	25
産　　業	15	0				15
	5	25				30
付加価値			10	18		
投 入 額	20	25	15	30		

ここで

$$U = \begin{vmatrix} 3 & 5 \\ 2 & 7 \end{vmatrix} \qquad V = \begin{vmatrix} 3 & 5 \\ 5 & 25 \end{vmatrix}$$

$$E = \begin{vmatrix} 12 \\ 16 \end{vmatrix} \qquad X = \begin{vmatrix} 20 \\ 25 \end{vmatrix}$$

$$E = \begin{vmatrix} 12 \\ 16 \end{vmatrix} \qquad X = \begin{vmatrix} 20 \\ 25 \end{vmatrix}$$

$$Q = \begin{vmatrix} 15 \\ 30 \end{vmatrix} \qquad W = \begin{vmatrix} 10 \\ 18 \end{vmatrix}$$

である。

いま、商品ベース技術仮定の下で推計される、産業連関表基本表の投入係数（商品×商品）を求めてみると、

$$A = BC^{-1} = \begin{vmatrix} 0.2 & 0.17 \\ 0.13 & 0.23 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} 1 & 0.17 \\ 0 & 0.83 \end{vmatrix}^{-1} = \begin{vmatrix} 0.2 & 0.17 \\ 0.13 & 0.23 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} 1 & -0.2 \\ 0 & 1.2 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 0.2 & 0.16 \\ 0.13 & 0.25 \end{vmatrix} \quad (1\text{-}25)$$

したがって、このときの産業連関基本表は

$$Z = A\hat{X} = \begin{vmatrix} 0.2 & 0.16 \\ 0.13 & 0.25 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} 20 & 0 \\ 0 & 25 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 4 & 4 \\ 2.67 & 6.33 \end{vmatrix} \quad (1\text{-}26)$$

と推計される。

また、産業ベース技術仮定の下で得られる投入係数は

$$A = BD = \begin{vmatrix} 0.2 & 0.17 \\ 0.13 & 0.23 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} 0.75 & 0 \\ 0.25 & 1 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 0.19 & 0.17 \\ 0.16 & 0.23 \end{vmatrix} \quad (1\text{-}27)$$

また、このときの産業連関基本表は

$$Z = A\hat{X} = \begin{vmatrix} 0.19 & 0.17 \\ 0.16 & 0.23 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} 20 & 0 \\ 0 & 25 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 3.83 & 4.17 \\ 3.17 & 5.83 \end{vmatrix} \quad (1\text{-}28)$$

と求められる。両者の推計結果を比べてみると、このケースではあまり大きな差は見られない。しかしながら、商品ベース技術一定の仮定の下で導出された産業連関基本表は行和がU表のそれと一致しているのに対し、列和は一致していない。逆に産業ベース技術一定の仮定の下で導出された産

業連関基本表は行和、列和ともにその値がU表のそれと一致している。また、C^{-1}の要素が負の値を取ることがあるため、計算された投入係数が正の値を取るという保証はない。さらにU表が正方行列にならない(したがってV表も正方行列でない)場合には、Cの逆行列を計算することはできないため、商品ベース技術仮定を単純に適用することはできないという、重大な問題に直面するのである。

第4章　商品・産業ベース技術複合仮定によるI-O表の推計

これまで、商品ベース技術、あるいは産業ベース技術を仮定して、産業連関基本表の投入係数を推計する方法を見てきたが、生産額の一部に対して商品ベース技術の仮定、その他の生産に対しては産業ベース技術の仮定をおくことによって、投入係数行列を推計する手法も開発されている。生産物の性質によっては技術仮定を変えたほうがよい場合にはこれらの技術複合仮定を採用することが求められるであろう。また商品ベース技術仮定を採用するときに、産業の産出商品構成比の逆行列を計算しなければならないが、その存在が保証されていないことがある。たとえば、商品勘定と産業部門の数が一致しないケースでは、商品ベース技術仮定による投入係数の推計はできないから、産業ベース技術仮定を採用せざるを得ないのであるが、複合技術仮定により一部の生産物に商品ベース技術の仮定を置くことも可能である。本節では、以上のような観点から、複合技術仮定による投入係数の推計手法について例示しよう。

商品勘定と産業部門の数が一致しないケースについて考えてみよう。いま商品勘定3部門、産業部門2部門のU表，V表を含む産業別生産勘定関連図の仮説例（表3-3）を次のように与える。

表3-3　産業別生産勘定(数値例2)

	商品勘定			産業部門		最終需要	産出額
商品勘定				3	5	12	20
				2	7	21	30
				2	3	5	10
産業部門	15	5	10				30
	5	25	0				30
付加価値				23	15		
投 入 額	20	30	10	30	30		

ここで

$$U=\begin{vmatrix} 3 & 5 \\ 2 & 7 \\ 2 & 3 \end{vmatrix} \qquad V=\begin{vmatrix} 15 & 5 & 10 \\ 5 & 25 & 0 \end{vmatrix}$$

$$E=\begin{vmatrix} 12 \\ 21 \\ 5 \end{vmatrix} \qquad X=\begin{vmatrix} 20 \\ 30 \\ 10 \end{vmatrix}$$

$$Q=\begin{vmatrix} 30 \\ 30 \end{vmatrix} \qquad W=\begin{vmatrix} 23 \\ 15 \end{vmatrix}$$

である。

このケースでは、商品ベース技術仮定によって投入係数を推計することはできないが、産業ベース技術仮定の下で投入係数を推計することができる。すなわち、

$$A=BD=\begin{vmatrix} 0.1 & 0.17 \\ 0.07 & 0.23 \\ 0.07 & 0.1 \end{vmatrix}\begin{vmatrix} 0.75 & 0.17 & 1 \\ 0.25 & 0.83 & 0 \end{vmatrix}=\begin{vmatrix} 0.12 & 0.16 & 0.10 \\ 0.11 & 0.21 & 0.07 \\ 0.08 & 0.09 & 0.07 \end{vmatrix} \tag{1-29}$$

である。また、産業連関基本表は

$$Z = A\hat{X} = \begin{vmatrix} 0.12 & 0.16 & 0.10 \\ 0.11 & 0.21 & 0.07 \\ 0.08 & 0.09 & 0.07 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} 20 & 0 & 0 \\ 0 & 30 & 0 \\ 0 & 0 & 10 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 2.33 & 4.67 & 1 \\ 2.17 & 6.17 & 0.67 \\ 1.5 & 2.83 & 0.67 \end{vmatrix} \quad (1\text{-}30)$$

と推計される。ここで計算された産業連関基本表（商品×商品）は3×3に拡張されているが、その行和はU表のそれに一致していることが容易に確認できるであろう。

表3-3の仮説例では商品勘定と産業部門の数が一致しないため商品ベース技術一定の仮定を当てはめることはできないが、商品ベース技術および産業ベース技術について、次のような複合仮定をおくことによって、この問題を回避することができる。その方法とは生産物を商品ベース技術仮定に適用する生産物と、産業ベース技術仮定を適用する生産物に分けるものである。いまV表を2つに分け、

$$V = V_1 + V_2 \quad (1\text{-}31)$$

としよう。V_1、V_2に含まれる生産物をその性質によって分け、V_1については産業ベース技術仮定、V_2については商品ベース技術仮定を適用すると、それぞれの生産物カテゴリーについて

$$D_1 = V_1\hat{X}_1^{-1} \quad (1\text{-}32)$$

$$C_2 = V_2'\hat{Q}^{-1} \quad (1\text{-}33)$$ [6)]

が成立する。

さて、(1-33)式から

$$V_2 = \hat{Q}C_2' \quad (1\text{-}34)$$

また定義により、

$$Q_2 = V_2 i \quad (1\text{-}35)$$

であるが、ここで、(1-34)式を(1-35)に代入すると、

$$Q_2 = (\hat{Q}C_2')i = \langle C_2'i \rangle Q \qquad (1\text{-}36)$$

となる。(ただし、$\langle \quad \rangle$はベクトルを対角行列に変換する作用素を表すものとする。)

他方、産業別生産勘定関連図(表1-1)の性質から

$$Q_1 = D_1 X_1 \qquad (1\text{-}37)$$

が成り立つから、

$$Q = Q_1 + Q_2 = D_1 X_1 + \langle C_2'i \rangle Q \qquad (1\text{-}38)$$

また

$$X_2 = X - X_2 = X - C_2 Q \quad (\because X_2 = C_2 Q) \qquad (1\text{-}39)$$

であるから、(1-39)を(1-38)に代入すると、

$$Q = D_1(X - C_2 Q) + \langle C_2'i \rangle Q \qquad (1\text{-}40)$$

を得る。したがって、(1-40)式から

$$Q = [(I + D_1 C_2 + \langle C_2'i \rangle)^{-1} D_1]X = TX \qquad (1\text{-}41)$$

が得られた。これは複合生産技術仮定の下で導出された産業別生産額から、商品別生産額への変換式であり、(1-41)式は(1-11)あるいは(1-13)式に対応するものである。ここで、Tは産業ベース技術仮定におけるD、あるいは商品ベース技術仮定におけるC^{-1}に対応する変換行列と考えられる。(1-41)式を前提にすれば、産業連関基本表の投入係数(商品×商品)は次のように推計することができる。すなわち、

$$A = BT \qquad (1\text{-}42)$$

である。また、産業別投入係数(産業×産業)は

$$A_I = TB \qquad (1\text{-}43)$$

と推計される。この複合生産技術仮定の推計手法の利点は、産業部門と商業部門の数が一致しない場合でも、$(I + D_1C_2 + \langle C_2'i \rangle)$ が正方行列になるため、投入係数行列を推計できるという点にある。

以上の結果を、上の仮説例によって確認してみよう。いま、V表は

$$V = V_1 + V_2 = \begin{vmatrix} 15 & 0 & 10 \\ 0 & 25 & 0 \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} 0 & 5 & 0 \\ 5 & 0 & 0 \end{vmatrix} \qquad (1\text{-}44)$$

のように分けられるとしよう。V_1については産業ベース技術仮定、V_2については商品ベース技術仮定を適用すると、

$$D_1 = V_1\hat{X}_1^{-1} = \begin{vmatrix} 15 & 0 & 10 \\ 0 & 25 & 0 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} 1/15 & 0 & 0 \\ 0 & 1/25 & 0 \\ 0 & 0 & 1/10 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{vmatrix} \qquad (1\text{-}45)$$

$$C_2 = V_2'\hat{Q}^{-1} = \begin{vmatrix} 0 & 5 \\ 5 & 0 \\ 0 & 0 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} 1/30 & 0 \\ 0 & 1/30 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 0 & 0.17 \\ 0.17 & 0 \\ 0 & 0 \end{vmatrix} \qquad (1\text{-}46)$$

また定義により

$$T = \left[I + D_1C_2 - \langle C_2'i \rangle\right]^{-1} D_1 = \begin{vmatrix} 1.25 & -0.25 & 1.25 \\ -0.25 & 1.25 & -0.25 \end{vmatrix} \qquad (1\text{-}47)$$

であるから、この場合、投入係数（商品×商品）は、

$$A = BT = \begin{vmatrix} 0.08 & 0.18 & 0.08 \\ 0.03 & 0.28 & 0.03 \\ 0.06 & 0.11 & 0.06 \end{vmatrix} \qquad (1\text{-}48)$$

また産業別投入係数（産業×産業）は

$$A_I = TB = \begin{vmatrix} 0.19 & 0.28 \\ 0.04 & 0.23 \end{vmatrix} \qquad (1\text{-}49)$$

と推計される。

上で示した複合推計手法１とは別の複合技術推計法を次のように考えることができるであろう。それは、第１カテゴリー（V_1 に入る生産物）については商品ベース技術仮定、第２カテゴリー（V_2 に入る生産物）については産業ベース技術仮定を適用するものである。いま、

$$C_1 = V_1'\hat{Q}_1^{-1} \qquad (1\text{-}50)$$

$$D_2 = V_2\hat{X}^{-1} \qquad (1\text{-}51)$$

と仮定しよう。このとき、X_1 は V_1 に対する商品産出ベクトルであり、X はトータル商品産出ベクトルを表す。定義により

$$X_2 = V_2'i \qquad (1\text{-}52)$$

$$V_2 = D_2\hat{X} \qquad (1\text{-}53)$$

であるから、

$$X_2 = [D_2\hat{X}]'i \qquad (1\text{-}54)$$

さらに

$$V_2 i = D_2\hat{X}i = D_2X \qquad (1\text{-}55)$$

すなわち

$$Q_2 = V_2 i = D_2X \qquad (1\text{-}56)$$

を得る。最後に、

$$[D_2\hat{X}]'i = \langle D_2'i\rangle X \qquad (1\text{-}57)$$

であるから

$$X_2 = \langle D_2'i\rangle X \qquad (1\text{-}58)$$

が成立する。また、$X = X_1 + X_2$ であるから、

$$X_1 = X - X_2 = [I - \langle D_2' i \rangle]X \qquad (1\text{-}59)$$

が導入される。この式は、X_1 が X の関数として表現されていることを示している。

最後に、

$$Q_1 = C_1^{-1} X_1 = C_1^{-1}[I - \langle D_2' i \rangle]X \qquad (1\text{-}60)$$

また、

$$Q_1 = D_1 X \qquad (1\text{-}61)$$

であるが、$Q = Q_1 + Q_2$ から、結局、

$$Q = C_1^{-1}[I - \langle D_2' i \rangle]X + D_2 X \qquad (1\text{-}62)$$

あるいは、

$$Q = \{C_1^{-1}[I - \langle D_2' i \rangle] + D_2\}X = RX \qquad (1\text{-}63)$$

が得られる。したがって、このとき商品別投入係数は

$$A = BR \qquad (1\text{-}64)$$

また、産業別投入係数行列は

$$A_{(I)} = RB \qquad (1\text{-}65)$$

とそれぞれ推計されるのである。

一見して分かるように、このときの投入係数行列の推計には行列 R が決定的な役割を演じている。これはもちろん複合技術の仮定の下で導出された変換行列であるが、この中には C_1 の逆行列が含まれているため、やはり逆行列が計算できるかどうかによって、実際に適用可能かどうかが決まってしまう。もちろん、商品と産業部門の数が異なる場合には逆行列は存在しないので、第２の複合技術推計法を実際に適用することはできない。その場合は同じ複合技術仮定であっても、第１の手法を使わざるを得ない

が、V表が正方行列である場合には、生産物の性質によって第２の複合技術推計法の適用も考慮する余地が残されている。

Stone (1961) は二次生産物については商品ベース技術仮定を適用することが適切であるとしている。それは二次生産物の生産物が何であれ、それは主生産物として生産されている産業における生産技術と同じものが採用されていると考えてよいからである。たとえば、自動車産業で二次生産物として生産されている航空機のエンジンは航空機産業のそれと同じ技術が用いられていることはほぼ間違いないであろう。このような生産物には、産業の産出商品構成比（商品×産業）一定の仮定、すなわち、どの産業でその財が生産されようと、投入構造は同じと仮定することができるであろう。

これに対し、主要生産物が生産されるときに副産物が生まれることがある。このような生産物は別々の生産技術を使って生産されているわけではなく、主生産物と同じ技術を用いて生産されているだろう。この場合には生産される財が何であれ、産業の一定の生産量に対して投入構造が一定とする仮定、すなわち産業ベース技術の仮定が妥当であろう。

このように、副生産物といっても、第２次生産物か、それとも副産物かによって適用する生産技術仮定分けることが望ましい。言い換えると、生産物の性質によって生産技術仮定を替え、産業連関基本表を推計することが必要となるのである。これが複合技術仮定による産業連関基本表の推計に他ならない。上の考察で確認されたように、実際には適用できないケースもあるが、複合技術仮定による推計手法は第２次生産物と副産物を分けて考えなければならないなど、生産技術に対する厳密な区別を必要とする場合に有用となるであろう。

注

1) ただし、拡張産業連関モデルや、SAMなどではこれらの取引が記述された社会会計表がデータベースとなることもある。

2) 93SNAで定義されたGDIとGNPの違いは以下のとおりである。
名目GNP(68SNA)＝名目GDP＋海外からの所得の純受取＝名目GNI(93SNA)
実質GNP(68SNA)＝実質GDP＋海外からの所得の純受取（実質）
実質GNI(93SNA)＝$\underbrace{\text{実質GDP＋交易利得}}_{\text{実質GDI}}$＋海外からの所得の純受取（実質）

3) 日本では、上述した産業連関表のほか、簡易推計による延長表（経済産業省が毎年作成）、地域間産業連関表（全国表を分割し、経済産業局ごとに5年おきに作成）、都道府県表（おおむね5年おきに作成）、国際産業連関表（日本と諸外国の表を連結。経済産業省やアジア経済研究所が作成）など、それぞれの目的に応じた多くの産業連関表が作成されている。

4) コモディティフロー法とは、当該年における各商品の生産、輸出入、在庫増減等を把握して総供給を推計し、これらの商品を流通段階ごとに消費、投資などの需要項目別に金額ベースで把握する方法のことである。

5) 第3、4章の推計手法については、Miller & Blair（1985）の分析に依存している。産業連関基本表の推計手法により関心のある読者は上記文献を参照されたい。

6) (1-33) 式が Q_2 にたいしてではなく、Q に対する比率として産業ベース技術仮定を規定している理由は、最終的に（1-11）、（1-13）式に対応する関係式、すなわち、X を Q に変換する関係式を求めるときの便宜性からである。

参考文献

Iljen Dedegkajeva (2000) *SUPPLY AND USE TABLES IN TRANSITIONAL COUNTRIES ESTONIAN EXPERIENCE IN COMPILING SUPPLY AND USE TABLES*、Thirteenth International Conference on Input-Output, Techniques 21-25 August 2000, Macerata, Italy SESSION 2.5. Statistical Office of Estonia

Miller, R. E. & Blair, P. D. (1985) *Input-Output Analysis: Foundations and Extensions* (Englewood Cliffs, NJ, Prentice-Hall).

宮沢健一（1980）『日本の経済循環』春秋社

内閣府（2000）93SNA推計手法解説書（暫定版）
(http://www5.cao.go.jp/2000/g/1115g-93sna/93snasuikei.html)

総務省（2005）『平成2年産業連関表』

作間逸雄編（2003）『SNAが分かる経済統計』有斐閣

United Nations, CEC, IMF, OECD and World Bank (1993). *System of National Accounts (SNA)*, New York.